

# **ESTACIÓN DE TRABAJO PARA PROTOTIPADORA RÁPIDA EN LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA<sup>1</sup>**

***Fast prototyping workstation in Catholic University of Pereira***

*DI. Paula Andrea Miranda<sup>2</sup>  
Asesor DI. Félix Cardona Olaya*

## **SÍNTESIS:**

Este artículo expone los antecedentes y ejecución del diseño de una estación de trabajo para una prototipadora rápida didáctica, con la cual se pretende mejorar el proceso proyectual de diseño del programa de Diseño Industrial de la Universidad Católica de Pereira (UCP), al posibilitar la comprensión, análisis y producción de prototipos con esta tecnología. Por ello, se plantea el desarrollo de la estación de trabajo, donde la prototipadora funcionaría de acuerdo con el contexto que las instalaciones y necesidades de la UCP tienen para este tipo de implementaciones tecnológicas; así mismo, se muestra la manera como se expondría al público interno y externo, interesado en estos temas.

**DESCRIPTORES:** Diseño Industrial, Estación de trabajo, Prototipado Rápido, Contexto,

## **ABSTRACT:**

This article presents the design and implementation history of a workstation for quick prototyping machine didactic which aims to improve the design process of Industrial Design program at the Catholic University of Pereira (UCP), giving the possibility to understand, analysis and production of prototypes using this technology. Thus, arises the development of the workstation where the prototyping machine will work from the context and facilities that the UCP needs to have this type of technology implementations also in the way they would be exposed to the public interested in these items.

**DESCRIPTORS:** Industrial Design, Workstation, Rapid Prototyping, Context.

La investigación sobre prototipaje rápido experimental dentro del programa de Diseño Industrial de la Universidad Católica de Pereira (UCP) empezó en el año 2008, debido a discusiones académicas frente a la generación de temáticas para las líneas del grupo de investigación, por parte de docentes encargados del componente curricular en

Tecnologías, quienes dirigían asignaturas referentes al estudio y análisis de tecnologías de producción y automatización, entre las que se encuentra las tecnologías de prototipado rápido.

Estas tienen como objetivo fundamental obtener de manera rápida y exacta una réplica

1 El artículo es resultado de un proyecto de investigación del semillero de investigación: "Código B" desde el año 2009 en Tecnologías de producción y automatización industrial, del cual, una de las conclusiones fue la necesidad de generar un espacio pertinente para la implementación de tecnologías de prototipado dentro del contexto de los talleres de la facultad de Arquitectura y Diseño, proyectando su función didáctica, de allí que se decidió su desarrollo como proyecto de grado para acceder al título de Diseño Industrial otorgado por la UCP en la modalidad de desarrollo de prototipos.

2 Graduada del programa de Diseño Industrial UCP en 2012-1.

tridimensional de diseños generados mediante aplicaciones CAD en 3D, a una mayor velocidad y menor costo, en comparación con los procesos tradicionales de fabricación de modelos y prototipos. Este tipo de objetos fabricados por máquinas son útiles dentro de los procesos de diseño para estudios de configuración morfológica y evaluación de futuros productos en sus facetas mecánicas, estéticas, comerciales y funcionales, pues se pueden desarrollar pruebas y exposición de los mismos según la necesidad, facilitando la comunicación al interior o al exterior del proceso de diseño de una manera integral.

De allí que se invitó a estudiantes de diferentes semestres del programa a integrar un semillero de investigación sobre estas temáticas, aprovechando el interés que para el diseño industrial genera este tipo de conocimientos y desarrollos. Adicional a esto, en la región se iniciaban procesos de proyección de innovación en tecnologías: en el año 2010, la Cámara de Comercio de Dosquebradas promovió un proyecto del Centro de Innovación y Desarrollo tecnológico en Metalmecánica, en asocio con el SENA y universidades regionales, en donde todo lo relacionado con prototipaje y modelado tuvo un lugar preponderante.

Se decidió aceptar la invitación para participar en el seminario “Guía sobre soluciones y aplicaciones a la automatización”, realizado en el SENA (Dosquebradas), con el auspicio de la Cámara de Comercio de Dosquebradas (CAMADO) y la Dirección de Investigaciones e Innovación

(DII) de la UCP, con una intensidad de 40 horas. A este espacio asistieron los estudiantes interesados y que a la postre conformarían el primer grupo de estudiantes del semillero de investigación<sup>3</sup> en la línea en tecnologías del grupo de investigación en Diseño, Tecnología y Cultura<sup>4</sup>, del programa de Diseño Industrial en la UCP.

De esta primera experiencia surge la necesidad de conocer implementaciones de esta tecnología a nivel nacional, por lo cual el semillero realiza tres visitas técnicas a TECNO PARQUE 3, en la ciudad de Pereira, TECNO PARQUE 1 e industrias IMOCOM, en Bogotá, para conocer de primera mano el estado del arte del prototipaje rápido en Colombia, patrocinadas por la DII de la UCP.

De este recorrido, se concluyó que era necesario tener una capacitación para la comprensión de esta tecnología, por lo que en convenio con CAMADO y DII de la UCP, se participa en el curso sobre microcontroladores, en el Centro de Innovación y Diseño SENA Industria de Dosquebradas, donde se desarrolló, junto con aprendices del SENA, la tarjeta electrónica que permitió el diseño y construcción de un microbot<sup>5</sup> de control sobre dos ejes, integrando los principios básicos para una máquina de prototipado rápido.

El resultado fue un microbot-impresora, denominada “MicroDraw skor PSL2” (Figura 1), como proyecto final del taller de diseño III del tercer semestre del año 2008. Los materiales, herramientas y recursos

<sup>3</sup> Los estudiantes fueron Paula Miranda, Luisa Tangarife, Lowis Rico y Sebastián Arbeláez

<sup>4</sup> Para el año 2012 este grupo tiene en su haber 8 proyectos de investigación terminados, varias publicaciones, libros, capítulos de libros, ponencias y desarrollos, que lo acreditan en la categoría D del Index GrupLac COLCIENCIAS.

<sup>5</sup> Los microbot han sido posibles gracias a la aparición de los microcontroladores en los años 90. Son computadores que gobiernan y se incrustan en sí mismos; al ser ordenadores limitados, están dedicados a resolver tareas con rapidez y precisión, que no exigen una elevada potencia, ni complicados algoritmos.

empleados para su construcción fueron donados por el SENA y la UCP, como soportes y bases en madera, rieles metálicos, motores paso a paso y piezas recicladas de impresora, mediante las cuales se diseñaron y construyeron los componentes del microbot y las tarjetas electrónicas que garantizaron su funcionamiento automatizado.



**Figura 1.** Desarrollo del microbot MicroDraw skor PSL2

Este microbot-impresora fue galardonado como uno de los dos mejores proyectos del segundo semestre del año 2008, por parte de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UCP. Asimismo, logró participación con ponencia y póster en los encuentros regional y nacional de semilleros del año 2009, donde se alcanzó reconocimiento de trabajo meritorio por parte de la organización del evento, cuyos archivos reposan en la DII de la UCP, y una publicación de artículo en la revista *Grafías disciplinares* de la UCP, N° 8, de octubre del año 2009.

Por sus resultados y reconocimientos significativos para la comunidad universitaria en general, se inició la conformación oficial ante la UCP de un semillero denominado CODIGO B<sup>6</sup>. Su objetivo es dar proyección y desarrollo a esta iniciativa de implementar el estudio y uso de las tecnologías del

prototipado rápido, para que los estudiantes de diseño industrial tengan posibilidades de desarrollo mucho más acordes con lo que la industria mundialmente maneja hoy en día.

A partir de lo anterior, los docentes y estudiantes acuerdan que para darle continuidad a este proceso de investigación formativa del semillero CÓDIGO B, se debe adquirir o desarrollar un prototipadora rápida experimental didáctica. Por lo cual, se definen entonces una serie de posibilidades dentro del mercado, según análisis de costos y apoyo a los procesos formativos en diseño industrial. Además, se tuvieron en cuenta las políticas y visiones institucionales, así como de lineamientos de los proyectos del grupo de investigación para adquirir una máquina de prototipaje rápido experimental dentro de la tecnología RepRap<sup>7</sup>.

Este tipo de tecnología de prototipado rápido RepRap<sup>8</sup> fue creada por el Dr. Adrian Bowyer profesor en ingeniería mecánica de la Universidad de Bath, en Reino Unido. Se basa en el desarrollo de una máquina autorreplicable usada para la manufactura de piezas pequeñas que posteriormente se ensamblan para conformar sistemas de maquinarias, usando una técnica de fabricación por adición de polímeros. Está disponible bajo una licencia de *software* libre, que permite a otros investigadores trabajar en la misma idea y mejorarla.

Cuando se habla de autorreplicación debe entenderse la habilidad de producir los componentes necesarios para construir otra

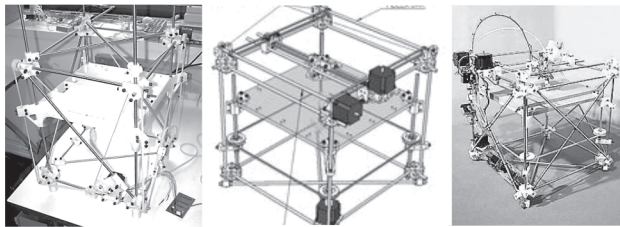
6 Esta nominación al semillero como Código B, obedece a que este es un software capaz de reproducir las operaciones necesarias para buscar mensajes ocultos. Este código no es determinista, sino que es multiversal, es decir, no contempla una sola solución, sino múltiples soluciones posibles, lo cual está en línea con las más modernas teorías científicas y va en concordancia con lo que expone el marco teórico de la línea de investigación en Tecnología del grupo DTyC, a la cual se inscribe este semillero.

7 Hasta la fecha existen dos modelos de impresoras RepRap totalmente funcionales, se les ha dado el nombre de importantes científicos dedicados al estudio de la Biología y la evolución de las especies. La RepRap I: Darwin (La que se encuentra en la UCP) y RepRap II: Mendel.

8 Se especula que RepRap demostrará evolución al poder crecer en cantidades exponenciales. Esto, en teoría le dará el potencial de convertirse en una poderosa tecnología disruptiva.

versión de sí mismo, esto es, el factor que distingue el proyecto RepRap de otros similares y debido a este mismo potencial, se puede diseñar a bajo costo productos complejos, sin necesidad de maquinaria industrial costosa.

Esto permitirá que los procesos proyectuales de los estudiantes sean desarrollados de manera automatizada mediante prototipos y modelos formales con los cuales se podrá disminuir el tiempo empleado en la construcción de sistemas objetuales complejos, pues dando a conocer de antemano las especificaciones formales, dimensionales, configuracionales e incluso funcionales del proyecto, se pueden obtener diseños de piezas u objetos con una exactitud milimétrica, lo que acerca mucho a los contextos tecnológicos actuales.



**Figura 2.** Prototipadora Rep Rap I: Darwin  
(<http://reprap.org/mediawiki/images/a/af/ShowCase-arnie-small.jpg>)

Durante el desarrollo de la fase de construcción de la prototipadora RepRap (Figura 2), el equipo de investigación (Semillero Código B e investigador docente<sup>9</sup>) encontró dificultades en su ubicación dentro del contexto de los talleres de maquinaria de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la UCP, debido a que se proyecta para un uso habitual por parte de estudiantes del programa de Diseño Industrial, Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones de la UCP, programas académicos a los que este tipo de tecnologías les

es pertinente y sobre la cual se pueden desarrollar múltiples proyectos de investigación, tanto formativa como aplicada de carácter disciplinar y transdisciplinar.

Por lo anterior, se inició un proceso de diseño de estrategias para la implementación pertinente y adecuada de esta prototipadora, dentro de las cuales se propuso convertir esta iniciativa en el contexto adecuado para la operación, mantenimiento y prestación de servicio, a los estudiantes de la UCP e interesados externos interesados. El objetivo era ahondar en el estudio y la aplicación del prototipado rápido para procesos de creación de prototipos y diferentes tipos de modelos, de acuerdo con los procesos de diseño, garantizando un buen funcionamiento bajo diferentes exigencias de uso.

Se propuso, entonces, el diseño de una estación de trabajo para la máquina de prototipaje rápido experimental RepRap<sup>10</sup> Darwin, que permita el almacenamiento adecuado de todos sus componentes e insumos, al mismo tiempo que contribuya en el desarrollo óptimo de actividades de investigación, proyección social y docencia. También se propone el apoyo a todas las asignaturas que tengan que ver con el conocimiento y comprensión de tecnologías de producción y la automatización industrial, como elemento de competitividad empresarial, dentro de los programas académicos de la UCP.

El desarrollo de una estación de trabajo que permita un entorno adecuado para las diferentes actividades que tienen relación con el uso y la investigación en Prototipaje Rápido dentro de la formación de estudiantes de la UCP se hace muy necesario. La demanda se instala en la necesidad de continuidad de los procesos investigativos que se vienen desarrollando desde hace 4 años dentro de la academia, específicamente en el programa de diseño industrial. Este tipo de iniciativas es una alternativa para promover y gestionar el

<sup>9</sup> Durante los años 2008-2010 el docente Ing. Carlos A. Londoño Echeverri y desde el 2011 al 2012 el docente DI. Félix A. Cardona Olaya  
<sup>10</sup> Hasta la fecha existen dos modelos de impresoras RepRap totalmente funcionales. A estas se les ha dado el nombre de importantes científicos dedicados al estudio de la Biología y la evolución de las especies. La RepRap I: Darwin (La que se encuentra en la UCP) y RepRap II: Mendel.



desarrollo de oferta tecnológica para la región, desde la Universidad Católica de Pereira.

Además, se ha de tener en cuenta que, tanto la máquina como algunos de sus elementos y piezas, exigen condiciones especiales de almacenaje para que operen y se conserven de la mejor manera posible, por lo que es necesario contar con un sistema de inventario completo y ordenado que dé cuenta de las adquisiciones y elementos compositivos de la máquina; asimismo, de sus productos resultantes.

Con los anteriores antecedentes, el proyecto de grado en modalidad de desarrollo de prototipo<sup>11</sup> se fundamenta en el concepto de Sasson (2005) de estación de trabajo, entendido como parte del área de producción establecida para cada operario, que está dotada para el cumplimiento de una parte del proceso o tarea específica; de allí, que todo trabajo puede ser clasificado en los siguientes componentes:

- Medios de trabajo: Todas aquellas herramientas que se usan durante el desarrollo del trabajo o la tarea.
- Objeto de trabajo: La razón de ser del proceso de trabajo o tarea específica.
- Fuerza de trabajo: Elemento que pone en movimiento a los medios de producción.
- Abastecimiento del puesto de trabajo: Garantía de tener todos los medios de trabajo necesarios para la realización de la actividad.
- Planificación de tareas: Tanto en el plano horizontal como vertical, contar con una distribución correcta de las herramientas, insumos y objetos de trabajo de la manera más cómoda, sin que implique gastos innecesarios de energía.

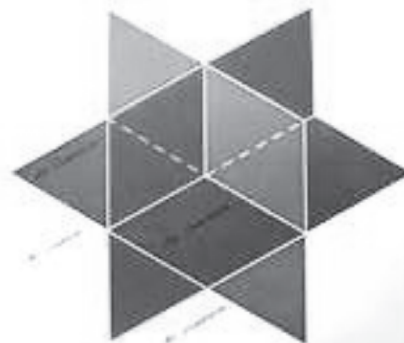
Por esto las condiciones de una estación de trabajo desde el diseño industrial se sintetizan en un conjunto de factores, basados en el análisis detallado de los movimientos que se deben realizar mientras se lleva a cabo la actividad, a través de la antropometría dinámica, la cual se

ocupa de estudiar las medidas del cuerpo en movimiento y sus alcances en los diferentes planos de trabajo: Transversal, Sagital, Frontal y Diagonal (Figura 3).

Como segundo factor, se deben tener en cuenta las normas técnicas que establecen los parámetros de diseño de estaciones de trabajo, a saber:

- NTC 5649/2008. Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico.
- NTC 5655. Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo.
- Norma ISO 6385/2004. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas
- Norma ISO 14738/2002. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.

Para su operatividad e implementación, se tiene en cuenta su influencia en el desarrollo de los talleres de diseño y las condiciones óptimas como estación de trabajo con los siguientes requerimientos de diseño que serán la guía de construcción de la estación de trabajo como producto final en esta etapa de investigación formativa.



**Figura 3** Planos de trabajo según la antropometría dinámica.

Se desarrolló entonces, una estación de trabajo (Figura 4) para el funcionamiento, operatividad, mantenimiento, reparación, exposición y bodegaje de todos los insumos y productos que se desarrollen mediante esta máquina prototipadora, como apoyo al proceso de formación de diseñadores industriales dentro de la UCP.

<sup>11</sup> Este proyecto de grado se adjudica desde la coordinación del semillero código B a la estudiante Paula Miranda y pasa por todos los requisitos institucionales frente al desarrollo de estos procesos. Anteproyecto de 8º semestre (2011-1), proyecto final de 9º semestre (2011-2) y prototipo y documento final del 10º semestre (2012-1) de la malla curricular del programa de Diseño Industrial y las aprobaciones del comité curricular y jurados externos.



**Figura 4.** Estación de trabajo en las instalaciones de los talleres de diseño UCP

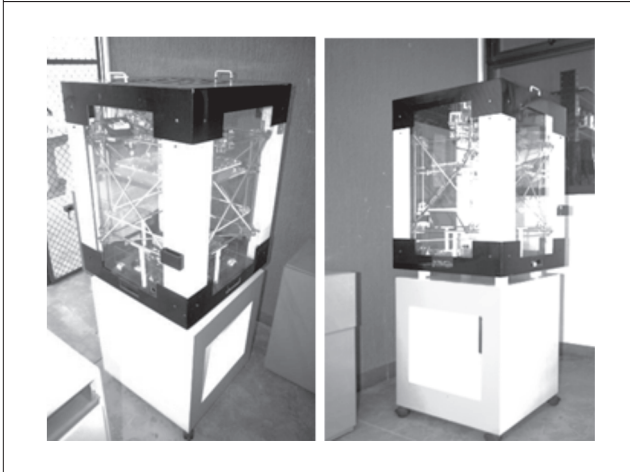
Esta estación se diseñó bajo parámetros definidos en una metodología de diseño que define los sub problemas como elementos compositivos de un sistema que ha de funcionar bajo condiciones establecidas en un análisis de contexto de uso y unos usuarios posibles. Se puede apreciar el prototipo bajo las características de diseño expuestas en la Tabla 1.

Referencia gráfica del prototipo desarrollado como estación de trabajo para prototipadora Rep Rap Darwin	Requerimientos de diseño generales
	<p>Deberá ser ubicada dentro de las instalaciones de los talleres de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Pereira.</p>
	<p>Asegurar la postura y los patrones de movilidad, tomando en cuenta las restricciones técnicas.</p> <p>Tener en cuenta cualquier restricción impuesta por las dimensiones corporales de las personas que vayan a trabajar en él, incluida la vestimenta y cualquier otro elemento necesario.</p>



Deben considerarse las interacciones más importantes entre la persona o personas y los componentes del sistema de trabajo (Bodegaje de piezas, inventario, protección de planos, etc.)

En tareas prolongadas, el trabajador debe ser capaz de alternar entre estar de pie y sentado



Se deberá procurar que los movimientos del cuerpo sean equilibrados, en relación con la frecuencia, velocidad, dirección y amplitud de los movimientos del cuerpo dentro de los límites anatómicos y fisiológicos aceptados.

Los movimientos que requieran gran precisión no deberían exigir la aplicación de un esfuerzo muscular considerable.

El prototipo desarrollado está en uso en los talleres de diseño de la UCP, desde la sustentación final en noviembre del año 2012, de acuerdo con todos los parámetros establecidos en el documento de grado y de los cuales se han esbozado algunos aspectos en este artículo. Se espera que al artefacto se le dé el debido uso y mantenimiento para que, como proyecto de grado fruto de un proceso de semillero, sea ejemplo para otros trabajos similares en el área de estudio.

## Referencias

Sasson, R. (2005). *Puesto de trabajo*. Extraído desde Monografías.com, de <http://www.monografias.com/trabajos31/puesto-de-trabajo/puesto-de-trabajo.shtml>